

## 明細書

### 振幅情報抽出装置および振幅情報抽出方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、無線通信システムにて用いられる無線送信装置に適用される振幅情報抽出装置および振幅情報抽出方法に関する。

#### 背景技術

[0002] 無線通信システムにて用いられる無線送信装置には、例えばポーラーループ変調方式が適用されることがある。ポーラーループ変調方式とは、極座標上で変調が行われる変調方式である。ポーラーループ変調方式では、送信する信号を位相成分と振幅成分とに分離した後、位相変調および振幅変調をそれぞれ行い、位相および振幅を合成して変調信号を出力し送信する。また、この変調信号を位相成分および振幅成分に分離し、それぞれフィードバックループ制御によって位相および振幅のエラー補正を行う。これにより、ポーラーループ変調方式は、線形性が低くても線形変調方式の変調信号を出力することができるという特徴を有する。

[0003] このポーラーループ変調方式は古くからある技術であり、ポーラーループ変調方式を適用した装置や方法に関する特許は今までに多数出願されている。ただし、これらの出願は位相振幅分離の後段の技術に関するものである。

[0004] ところで、位相情報を抽出する技術および振幅情報を抽出する技術の一般例としては、それぞれ例えば特許文献1および特許文献2に記載されたものがある。

[0005] 特許文献1で開示されている位相情報の抽出方法では、位相情報として $\tan^{-1}(Q/I)$ のテーブルを生成している。

[0006] 一方、特許文献2では、図1、図2および図3に示す3つの振幅情報抽出方法が開示されている。図1に示す方法は理論上の演算方法(以下「従来技術A」と言う)であり、振幅が $Z = (I^2 + Q^2)^{1/2}$ で求められる。図2に示す方法は近似式を用いた方法(以下「従来技術B」と言う)であり、振幅が、 $|I| > |Q|$ の場合は $Z \approx |I| + 0.5|Q|$ の演算式により算出され、 $|Q| > |I|$ の場合は $Z \approx |Q| + 0.5|I|$ の演算式により算出される。図3に示す方法は図2に示したものと同様に近似式を用い

た方法(以下「従来技術C」と言う)であり、振幅が、 $|I| > |Q|$  の場合は $Z = |I| + 0.375 |Q|$  の演算式により算出され、 $|Q| > |I|$  の場合は $Z = |Q| + 0.375 |I|$  の演算式により算出される。

特許文献1:特開平10-262023号公報

特許文献2:特開平9-325955号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、位相振幅分離の後段の様々な技術に関する検討が現在に至るまで盛んに行われていた一方で、位相振幅分離技術に関する検討はあまり進んでいない。このため、従来の振幅情報抽出装置および振幅情報抽出方法においては、振幅情報抽出の精度が十分でないという問題があった。

[0008] 例えば、従来技術Aでは、この方法を実行する回路(理論演算回路)の規模が大きくなってしまうだけでなく、ルート演算が必要であるため演算時間がかかるてしまう。すなわちこの方法は、特に高速で動作する必要がある場合には実用的でない。

[0009] また、従来技術Bでは、特別に要するものがビットシフトのみであるため、従来技術Aと比べて、回路規模を小さくすることは可能であるが誤差がかなり大きくなってしまう。

[0010] また、従来技術Cでは、特別に要するものがビットシフトおよび加算のみであるため、従来技術Aと比べて、回路規模を小さくすることは可能であるが誤差が大きくなってしまう。

[0011] 上述の問題は、数値計算によるシミュレーション結果を示す図4およびビット演算(量子化誤差含む演算)によるシミュレーション結果を示す図5を見ても明らかである。したがって、理論演算回路より小さい回路規模で振幅誤差を低減することができる振幅情報抽出装置および振幅情報抽出方法が強く求められている。

[0012] 本発明の目的は、理論演算回路より小さい回路規模で振幅誤差を低減することができる振幅情報抽出装置および振幅情報抽出方法を提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0013] 本発明の振幅情報抽出装置は、送信信号のI成分およびQ成分から前記送信信号

の振幅情報を取得する振幅情報取得手段と、前記送信信号のI成分およびQ成分から前記送信信号の位相情報を取得する位相情報取得手段と、前記位相情報に基づいて前記振幅情報の振幅誤差を補正する振幅誤差補正手段と、を有する構成を採る。

[0014] 本発明の振幅情報抽出方法は、送信信号のI成分およびQ成分から前記送信信号の振幅情報を取得する振幅情報取得ステップと、前記送信信号のI成分およびQ成分から前記送信信号の位相情報を取得する位相情報取得ステップと、前記位相情報に基づいて前記振幅情報の振幅誤差を補正する振幅誤差補正ステップと、を有するようにした。

### 発明の効果

[0015] 本発明によれば、理論演算回路より小さい回路規模で振幅誤差を低減することができる。

### 図面の簡単な説明

[0016] [図1]従来の振幅情報抽出方法の第1例を説明するための図  
[図2]従来の振幅情報抽出方法の第2例を説明するための図  
[図3]従来の振幅情報抽出方法の第3例を説明するための図  
[図4]従来の振幅情報抽出方法に基づく数値計算によるシミュレーション結果を示す図  
[図5]従来の振幅情報抽出方法に基づくビット演算によるシミュレーション結果を示す図  
[図6]本発明の実施の形態1に係る振幅情報抽出装置を備えたポーラーループ変調装置の構成を示すブロック図  
[図7]本発明の実施の形態1に係る振幅情報抽出装置の詳細な構成を示すブロック図  
[図8]本発明の実施の形態1に係る振幅情報抽出装置における振幅誤差補正部の動作を説明するための図  
[図9]本発明の実施の形態1において、位相情報に応じた振幅誤差変動の第1例を説明するための図

[図10]本発明の実施の形態1において、位相情報に応じた振幅誤差変動の第2例を説明するための図

[図11]本発明の実施の形態1において、位相情報の処理動作例を説明するための図

[図12]本発明の実施の形態1に係る振幅情報抽出装置を用いて行われたシミュレーションの結果を示す図

[図13]本発明の実施の形態2に係る振幅情報抽出装置を備えたポーラーループ変調装置の構成を示すブロック図

[図14]本発明の実施の形態2に係る振幅情報抽出装置の詳細な構成を示すブロック図

[図15]本発明の実施の形態2に係る振幅情報抽出装置における振幅誤差補正部の動作を説明するための図

[図16]本発明の実施の形態2に係る振幅情報抽出装置を用いて行われたシミュレーションの結果を示す図

### 発明を実施するための最良の形態

[0017] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

[0018] (実施の形態1)

図6は、本発明の実施の形態1に係る振幅情報抽出装置を備えたポーラーループ変調装置の構成を示すブロック図である。なお、本ポーラーループ変調装置の構成に関し、振幅位相に分離された後段の部分は一例であり他の振幅位相合成変調装置にも適応できる。

[0019] 図6に示すポーラーループ変調装置100は、送信する信号に対してベースバンド変調を施しI成分およびQ成分を出力するベースバンド変調部101と、I成分およびQ成分から振幅成分および位相成分の分離を行う位相／振幅分離部102と、振幅成分に対して振幅変調を施す振幅変調部103と、位相成分に対して位相変調を施す位相変調部104と、位相変調部104の出力に対してゲインコントロールを施すゲインコントロール部105と、振幅変調部103およびゲインコントロール部105の各出力に基づいてポーラー変調を施すポーラー変調部106と、ポーラー変調部106からの出

力信号を無線送信するアンテナ107と、フィードバックループ制御によって位相および振幅のエラー補正を行う検出器108およびエラー補正部109と、を有する。

- [0020] また、位相／振幅分離部102は、I成分およびQ成分から振幅情報を抽出する振幅情報抽出装置110と、I成分およびQ成分から位相情報を抽出する位相情報抽出装置111と、を有する。
- [0021] 図7は、位相／振幅分離部102における振幅情報抽出装置110の詳細な構成の例を示すブロック図である。
- [0022] 図7に示す振幅情報抽出装置110は、2つの絶対値算出部121、122、比較器123、2つのマルチプレクサ(MUX)124、125、ビットシフト部126、加算器127、2つのビットシフト加算部128、129、オン／オフ部130、乗算器131および減算器132を有する。
- [0023] 振幅情報抽出装置110において、ビットシフト加算部128、129、オン／オフ部130、乗算器131および減算器132の組み合わせは、加算器127から出力される振幅値 $Z'$ の誤差を補正し、補正された振幅値 $Z$ を出力する振幅誤差補正部を構成している。
- [0024] 絶対値算出部121は、I成分の絶対値を算出し、絶対値算出部122は、Q成分の絶対値を算出する。比較器123は、絶対値算出部121および絶対値算出部122の出力を比較する。MUX124は、比較器123からの出力に基づき、I成分の絶対値がQ成分の絶対値より大きい場合にQ成分の絶対値を出力し、Q成分の絶対値がI成分の絶対値より大きい場合はI成分の絶対値を出力する。一方、MUX125は、比較器123からの出力に基づき、I成分の絶対値がQ成分の絶対値より大きい場合にI成分の絶対値を出力し、Q成分の絶対値がI成分の絶対値より大きい場合はQ成分の絶対値を出力する。ビットシフト部126は、MUX124からの出力に対して1ビットシフトを行う。加算器127は、MUX125およびビットシフト部126からの出力を加算し振幅値 $Z'$ を出力する。
- [0025] ビットシフト加算部128は、振幅値 $Z'$ に対して所定のビットシフト／加算を行う。オン／オフ部130は、位相情報抽出装置111からの出力に基づいて、ビットシフト加算部128から減算器132への出力のオン／オフを切り替える。ビットシフト加算部129は、

位相情報抽出装置111からの出力に対して所定のビットシフト／加算を行う。乗算器131は、振幅値 $Z'$ およびビットシフト加算部129からの出力を乗算する。減算器132は、オン／オフ部130がオン状態の場合に、乗算器131およびビットシフト加算部128からの出力を振幅値 $Z'$ から減算して振幅値 $Z$ を出力し、オン／オフ部130がオフ状態の場合に、乗算器131からの出力を振幅値 $Z'$ から減算して振幅値 $Z$ を出力する。振幅誤差補正部を構成するビットシフト加算部128、129、オン／オフ部130、乗算器131および減算器132は、後述の動作を実現可能に構成された回路である。

[0026] なお、ビットシフト部126は、1ビットシフトを行う代わりに、MUX124からの出力に対して2ビットシフトおよび3ビットシフトをそれぞれ行い2ビットシフトの結果および3ビットシフトの結果を加算するような構成であっても、その他の構成であっても良い。したがって、振幅情報抽出装置110において、絶対値算出部121、122、比較器123、MUX124、125、ビットシフト部126および加算器127を含む部分は、例えば従来技術B、Cとして説明した振幅情報抽出方法を実行するような構成を探っており、すなわち、送信信号のI成分およびQ成分から送信信号の補正前の振幅情報を取得する振幅情報取得部を構成している。

[0027] 次いで、上記構成を有するポーラーループ変調装置100における振幅誤差補正部の動作について説明する。図8は、振幅誤差補正部の動作を説明するための図である。

[0028] 振幅誤差補正部では、位相情報抽出装置111から出力される0～360度の位相情報を、8つの処理単位区間、すなわち、0～45度の区間(第1処理単位区間)、46～90度の区間(第2処理単位区間)、…、316～360度の区間(第8処理単位区間)に分けて扱う。さらに、各処理単位区間を前半部(前半区間)、例えば第1処理単位区間においては0～27度の区間、および後半部(後半区間)、例えば第1処理単位区間においては28～45度の区間に2分割して扱う。

[0029] そして、振幅誤差補正部では、前半区間においては第1の近似式を用い後半区間においては第2の近似式を用いて、振幅値 $Z'$ の誤差を補正し振幅値 $Z$ を取得する。各近似式は、前半区間および後半区間における振幅誤差の変動を図8に示すように直線近似することによって得ることができる。図8に示した例では、第1の近似式に関

する直線近似の係数は、傾きが「0. 0039625」でありY切片が「0」であり、第2の近似式に関する直線近似の係数は、傾きが「-0. 00390625」でありY切片が「0. 21875」である。

[0030] これらの係数を回路上で実現するために、位相情報が前半区間に属する値のときは、ビットシフト加算部129では右8ビットシフトを行い、ビットシフト加算部128では(右2ビットシフト-右5ビットシフト)の演算を行い、オン／オフ部130では、ビットシフト加算部128から減算器132への出力をオフ状態に切り替え、減算器132では、乗算器131からの出力を振幅値 $Z'$ から減算して振幅値 $Z$ を出力する。このようにして、 $Z = Z' - Z' \times (0. 00390625 \times \theta)$ の第1の近似式を実現する(ただし、 $0 \leq \theta \leq 27$ )。

[0031] 一方、位相情報が後半区間に属する値のときは、ビットシフト加算部129では右8ビットシフトを行い右8ビットシフトの結果を負の値にして、ビットシフト加算部128では(右2ビットシフト-5ビットシフト)の演算を行い、オン／オフ部130では、ビットシフト加算部128から減算器132への出力をオン状態に切り替え、減算器132では、乗算器131およびビットシフト加算部128からの出力を振幅値 $Z'$ から減算して振幅値 $Z$ を出力する。このようにして、 $Z = Z' - Z' \times (-0. 00390625 \times \theta) - (0. 21875 \times Z')$ の第2の近似式を実現する(ただし、 $28 \leq \theta \leq 45$ )。

[0032] ここで、位相情報を上述の区間に分割する根拠について説明する。図9は、位相情報に応じた振幅誤差変動の第1例を説明するための図であり、図10は、位相情報に応じた振幅誤差変動の第2例を説明するための図である。

[0033] 図9で示す例は、従来技術Bを用いた演算結果であり、図10で示す例は、従来技術Cを用いた演算結果である。これらの例から、振幅値がどのような値を採っても位相情報に対する振幅誤差の変動が同様であり、位相の変動に伴って周期的に振幅誤差が変動していることが分かる。したがって、本実施の形態では、図8に示すように、振幅誤差が45度毎に小さくなることを利用して、位相情報を8つの処理単位区間に分割し、さらに、振幅誤差が各処理単位区間の中央部(第1処理単位区間においては27度)で最も大きくなることを利用して、各処理単位区間を前半区間および後半区間に分割する。

[0034] 次いで、振幅誤差補正部において位相情報を処理するための動作について説明

する。図11は、位相情報の処理動作例を説明するための図である。ここでは、位相情報を10ビットで表現した場合を例に取って説明する。

[0035] 360度を10ビットで表現する場合、10ビットは「1023」であるため1ビットあたりの位相は0. 3519度ということになる。図11に示すとおり、MSB(最上位のビット)である2ビットの情報は第1～4象限を表し、下位8ビットの情報は0～90度を表し、下位7ビットの情報は0～45度を表している。したがって、位相情報を例えば10ビットで表現する場合は、下位7ビットの情報を参照すれば位相情報を0～45度(つまりθ)に丸め込むことができる、すなわち、位相情報を8つの処理単位区間に分けて扱うことができる。

[0036] 次に、本実施の形態における振幅情報抽出装置110を用いて行われた演算結果を図12に示す。図12から分かるとおり、振幅情報抽出装置110を用いて振幅値Zを算出した場合、従来技術A、B、Cと比較して誤差が軽減されていることが分かる。

[0037] このように、本実施の形態によれば、送信信号のI成分およびQ成分から取得される振幅値Z'を位相情報に基づいて補正するため、送信信号の位相に応じた固有の振幅誤差を補正し振幅値Zを得ることができ、理論演算回路より小さい回路規模かつ速い処理速度で、振幅誤差を低減することができる。

[0038] また、本実施の形態によれば、位相情報のうち下位ビットの情報を参照し、参照された下位ビットの情報に従って、振幅誤差の補正に用いられるパラメータを決定するため、位相の変動に伴って周期的に変動する特性を持つ振幅誤差を補正することができる。また、このパラメータは、補正する振幅誤差を各処理単位区間の前半区間および後半区間においてそれぞれ直線近似することで得られる関数の傾きおよびY切片であるため、振幅誤差の補正を容易に行うことができる。

[0039] なお、本実施の形態のポーラーループ変調装置100は、無線通信システムに用いられる無線送信装置、特に高速のクロック周波数で動作する無線送信装置に適用することができる。

[0040] (実施の形態2)

図13は、本発明の実施の形態2に係るポーラーループ変調装置の構成を示すブロック図である。なお、本実施の形態に係るポーラーラープ変調装置は、実施の形態1

で説明したポーラーループ変調装置100と同様の基本的構成を有しており、同一の構成要素には同一の参照符号を付し、その詳細な説明を省略する。

- [0041] 図13に示すポーラーループ変調装置200は、ポーラーループ変調装置100の位相／振幅分離部102の代わりに位相／振幅分離部201を備えたものである。また、位相／振幅分離部201は、位相情報抽出装置111および振幅情報抽出装置202を有する。
- [0042] 図14は、位相／振幅分離部201における振幅情報抽出装置202の詳細な構成の例を示すブロック図である。
- [0043] 図14に示す振幅情報抽出装置202は、2つの絶対値算出部121、122、比較器123、2つのマルチプレクサ(MUX)124、125、ビットシフト部126、加算器127、1ビットシフト部211-1、2ビットシフト部211-2、3ビットシフト部211-3、…、nビットシフト部211-n、MUX212および加算器213を有する。
- [0044] 振幅情報抽出装置202において、1ビットシフト部211-1、2ビットシフト部211-2、3ビットシフト部211-3、…、nビットシフト部211-n、MUX212および加算器213の組み合わせは、加算器127から出力される振幅値Z'の誤差を補正し、補正された振幅値Zを出力する振幅誤差補正部を構成している。
- [0045] 1ビットシフト部211-1、2ビットシフト部211-2、3ビットシフト部211-3、…、nビットシフト部211-nは、加算器127からの出力である振幅値Z'に対して、1ビットシフト(「0. 5」と等価)、2ビットシフト(「0. 25」と等価)、3ビットシフト(「0. 125」と等価)、…、nビットシフトをそれぞれ行う。
- [0046] MUX212は、位相情報抽出装置111から出力された位相情報θに基づいて、1ビットシフト部211-1、2ビットシフト部211-2、3ビットシフト部211-3、…、nビットシフト部211-nから加算器213への出力を切り替える。
- [0047] 加算器213は、MUX212からの出力を加算し、この加算によって得られる振幅値Zを出力する。
- [0048] 次いで、上記構成を有するポーラーループ変調装置200における振幅誤差補正部の動作について説明する。
- [0049] 振幅誤差補正部では、位相情報抽出装置111から出力される0～360度の位相情

報を、実施の形態1で説明した45度毎の8つの処理単位区間に分けて扱う。

[0050] そして、振幅誤差補正部では、位相情報のうち下位ビットの情報、つまり処理単位区間内の位相に応じて、振幅値 $Z'$ における振幅誤差を補正して振幅値 $Z$ を取得するための誤差率を予め設定しておく。そして、各誤差率の乗算を回路上で実現するために、各位相に応じて、1ビットシフト部211-1、2ビットシフト部211-2、3ビットシフト部211-3、…、nビットシフト部211-nからの出力の中のどれを選択し加算するかを予め設定しておく。これらの各設定を表示したテーブルTを図15に示す。テーブルTにおいて、「ビットシフト加算値」欄は、1ビットシフト部211-1、2ビットシフト部211-2、3ビットシフト部211-3、…、nビットシフト部211-nからの出力の中のどれを選択し加算するかを示している。例えば、位相が「36」の場合( $\theta = 36$ )、誤差率は「0. 906 25」であり、1ビットシフト部211-1、2ビットシフト部211-2、3ビットシフト部211-3および5ビットシフト部(不図示)からの出力をMUX212で選択し加算器213で加算すれば誤差率「0. 90625」の乗算が実行されることを表している。

[0051] 次に、本実施の形態における振幅情報抽出装置202を用いて行われたシミュレーションの結果を図16に示す。図16から分かるとおり、振幅情報抽出装置202を用いて振幅値 $Z$ を算出した場合、誤差をほとんど発生することなく振幅値 $Z$ を得ることができる。

[0052] このように、本実施の形態によれば、送信信号のI成分およびQ成分から取得される振幅値 $Z'$ を位相情報に基づいて補正するため、送信信号の位相に応じた固有の振幅誤差を補正し振幅値 $Z$ を得ることができ、理論演算回路より小さい回路規模かつ速い処理速度で、振幅誤差を低減することができる。

[0053] また、本実施の形態によれば、位相情報のうち下位ビットの情報を参照し、参照された下位ビットの情報に従って、振幅誤差の補正に用いられるパラメータを決定するため、位相の変動に伴って周期的に変動する特性を持つ振幅誤差を補正することができる。また、このパラメータは、参照された下位ビットの情報毎、つまり処理単位区間内の位相毎に固有の誤差率であるため、振幅誤差の補正の精度を著しく向上させることができる。

[0054] なお、本実施の形態のポーラーループ変調装置200は、無線通信システムに用い

られる無線送信装置、特に高速のクロック周波数で動作する無線送信装置に適用することができる。

[0055] 本明細書は、2003年9月30日出願の特願2003-341720に基づく。この内容は全てここに含めておく。

### 産業上の利用可能性

[0056] 本発明の振幅情報抽出装置および振幅情報抽出方法は、理論演算回路より小さい回路規模で振幅誤差を低減する効果を有し、無線通信システムに用いられる無線送信装置に適用するのに有用である。

## 請求の範囲

[1] 送信信号のI成分およびQ成分から前記送信信号の振幅情報を取得する振幅情報取得手段と、  
前記送信信号のI成分およびQ成分から前記送信信号の位相情報を取得する位相情報取得手段と、  
前記位相情報に基づいて前記振幅情報の振幅誤差を補正する振幅誤差補正手段と、  
を有する振幅情報抽出装置。

[2] 前記振幅誤差補正手段は、  
前記位相情報のうち所定の下位ビットの情報を参照し、振幅誤差の補正に用いられるパラメータを決定する、  
請求の範囲1記載の振幅情報抽出装置。

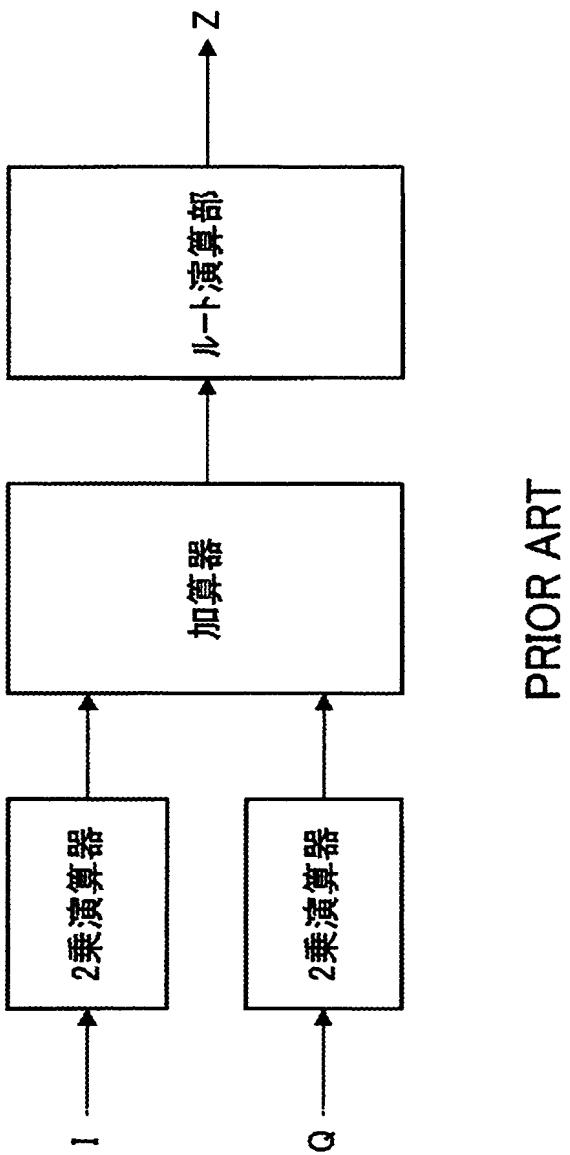
[3] 前記パラメータは、補正する振幅誤差を所定区間毎に直線近似することで得られる  
請求の範囲2記載の振幅情報抽出装置。

[4] 前記パラメータは、参照された所定の下位ビットの情報毎に固有の値である、  
請求の範囲2記載の振幅情報抽出装置。

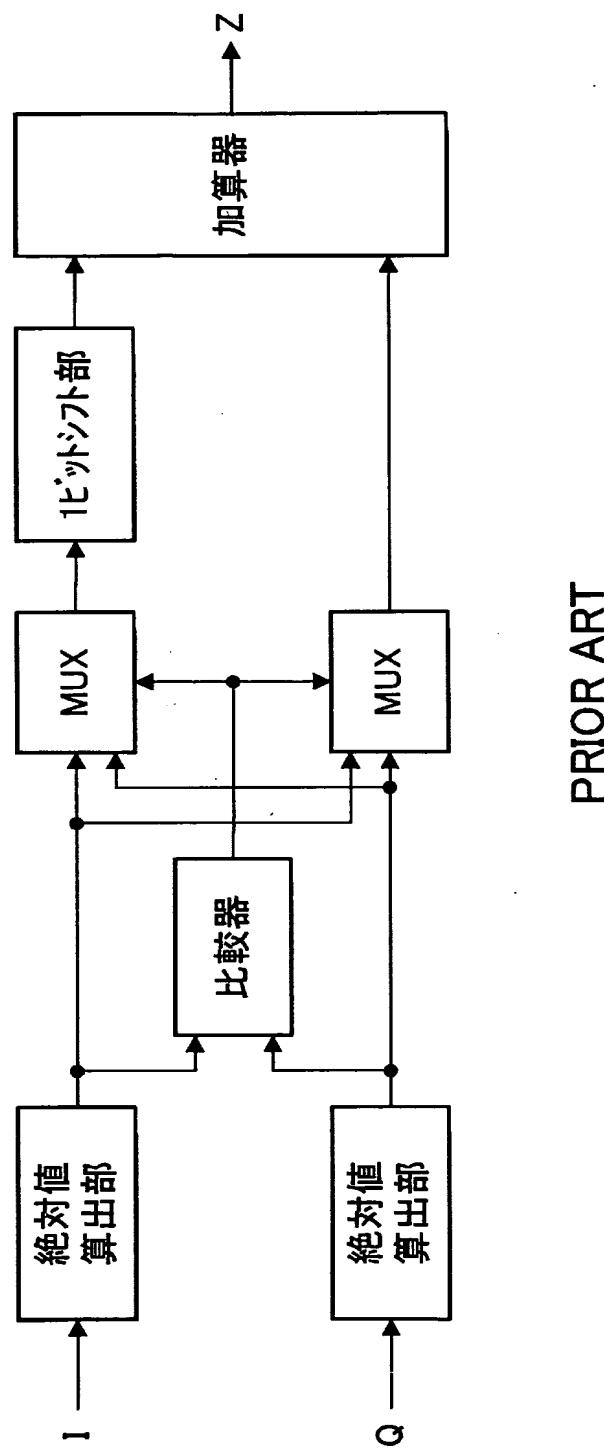
[5] 請求の範囲1記載の振幅情報抽出装置を有することを特徴とするポーラーループ変調装置。

[6] 送信信号のI成分およびQ成分から前記送信信号の振幅情報を取得する振幅情報取得ステップと、  
前記送信信号のI成分およびQ成分から前記送信信号の位相情報を取得する位相情報取得ステップと、  
前記位相情報に基づいて前記振幅情報の振幅誤差を補正する振幅誤差補正ステップと、  
を有する振幅情報抽出方法。

[図1]

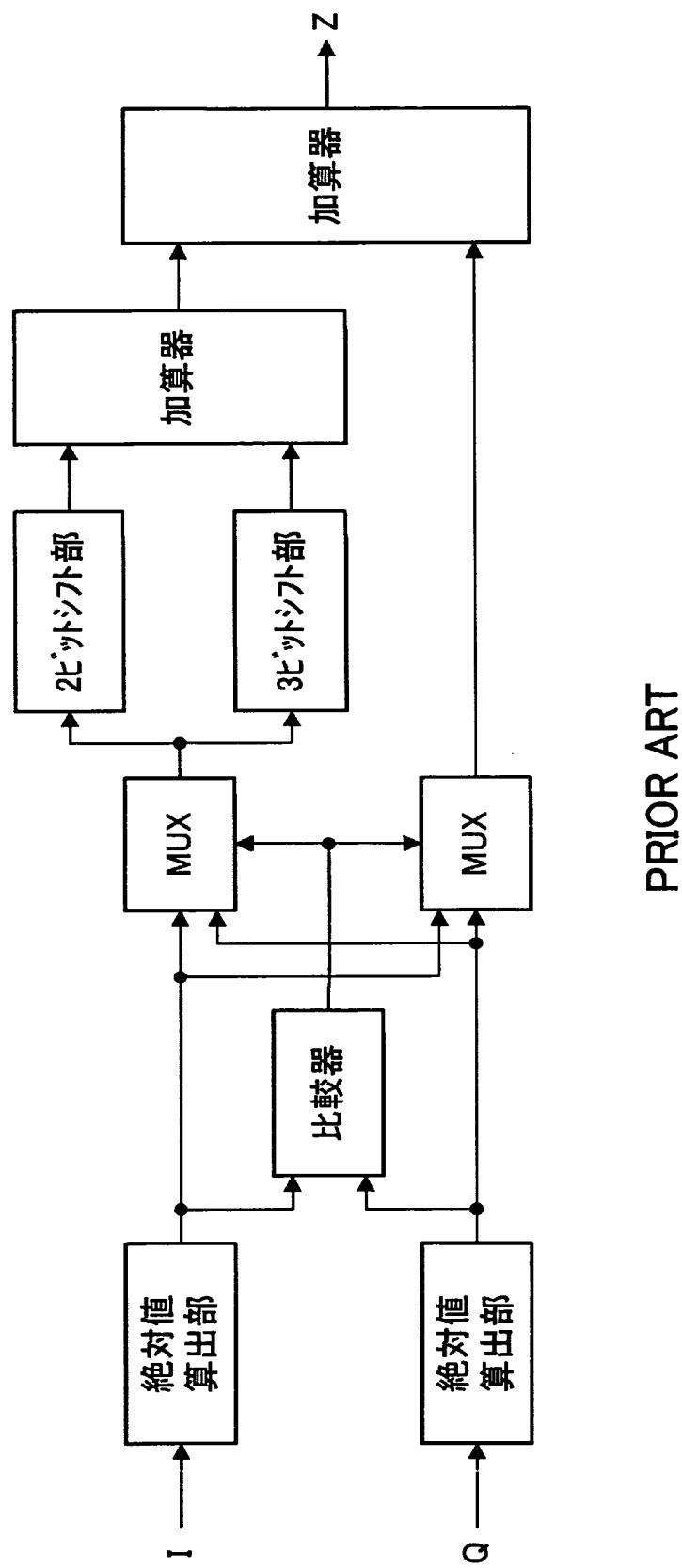


[図2]



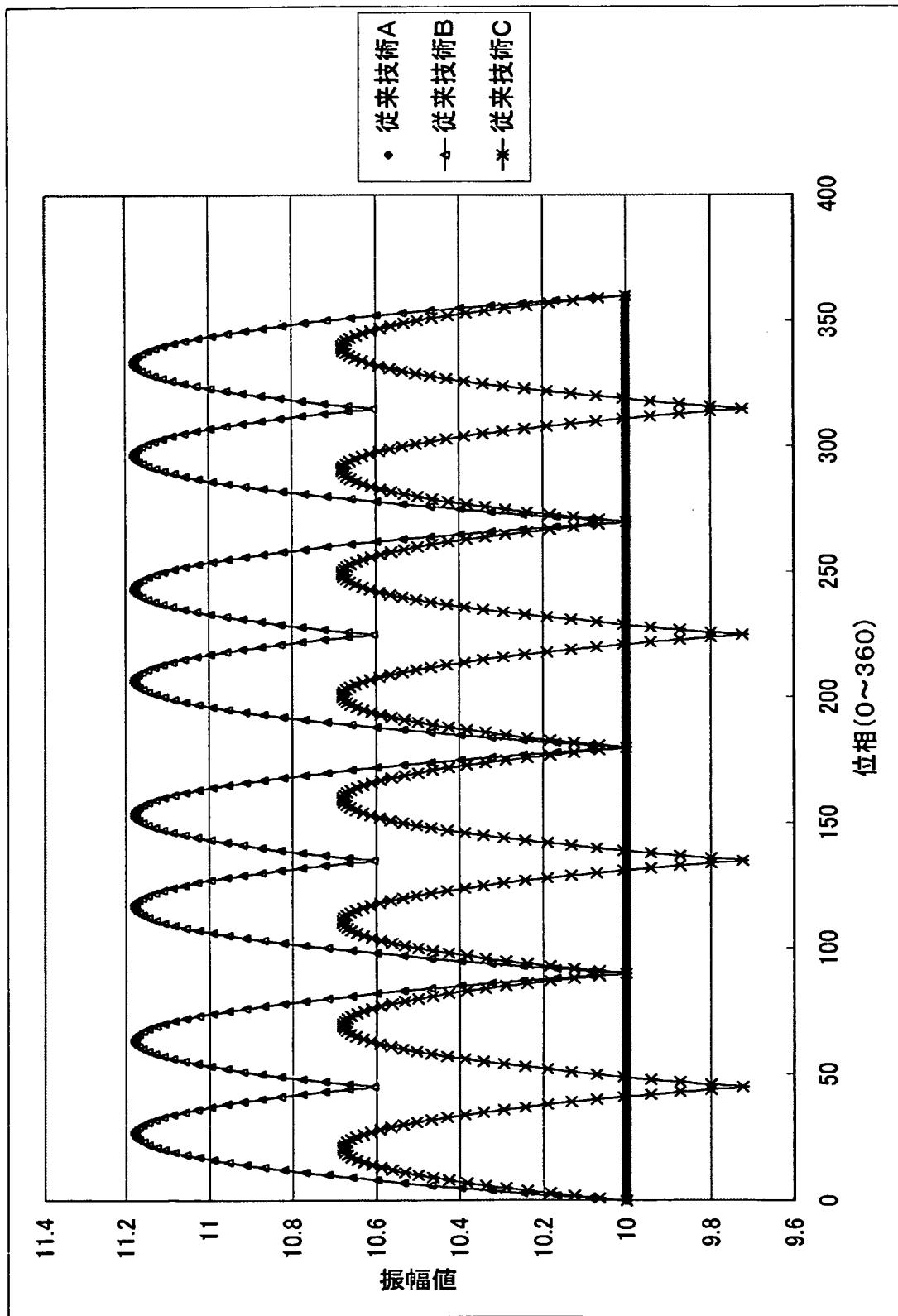
PRIOR ART

[図3]

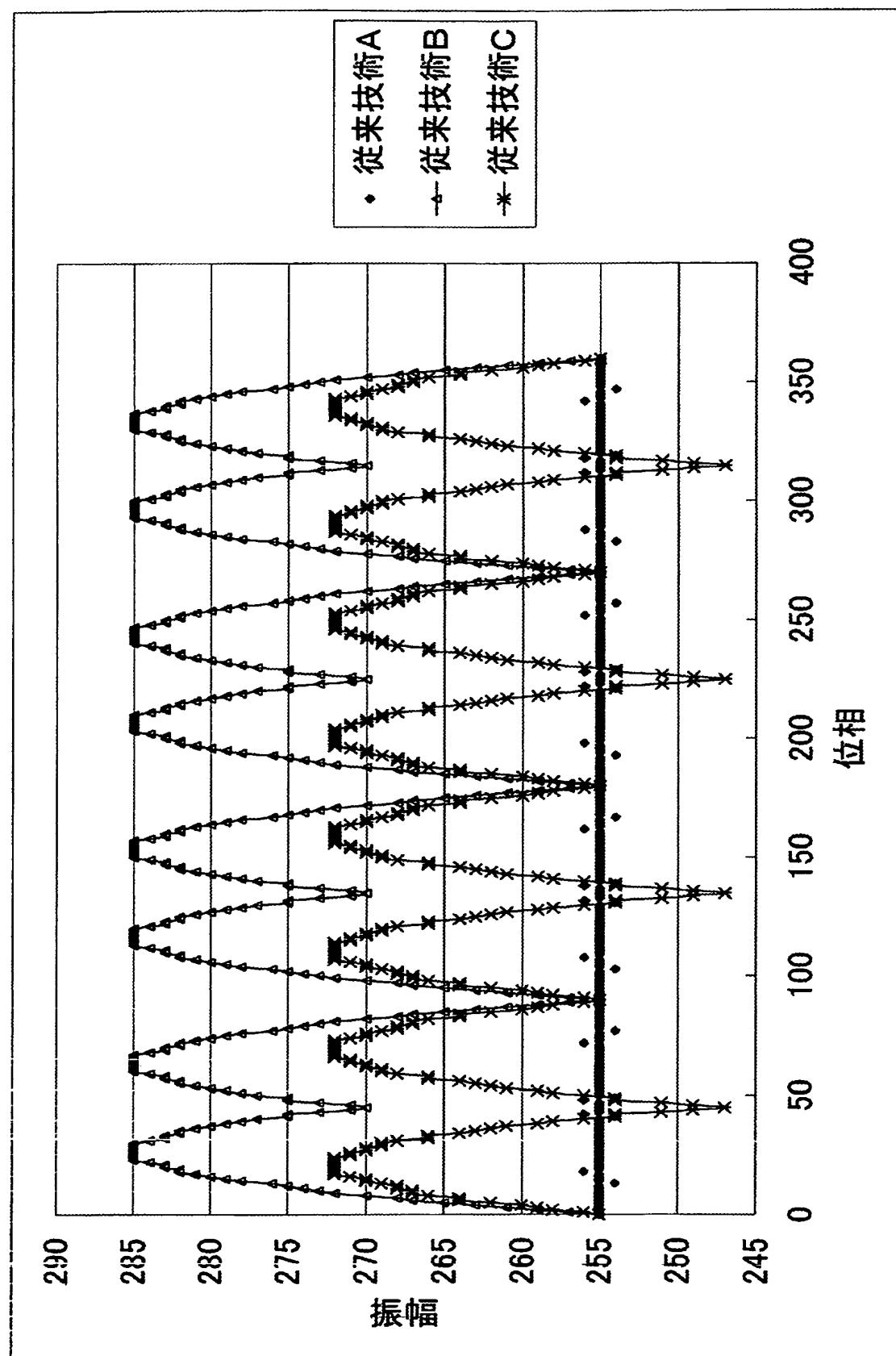


PRIOR ART

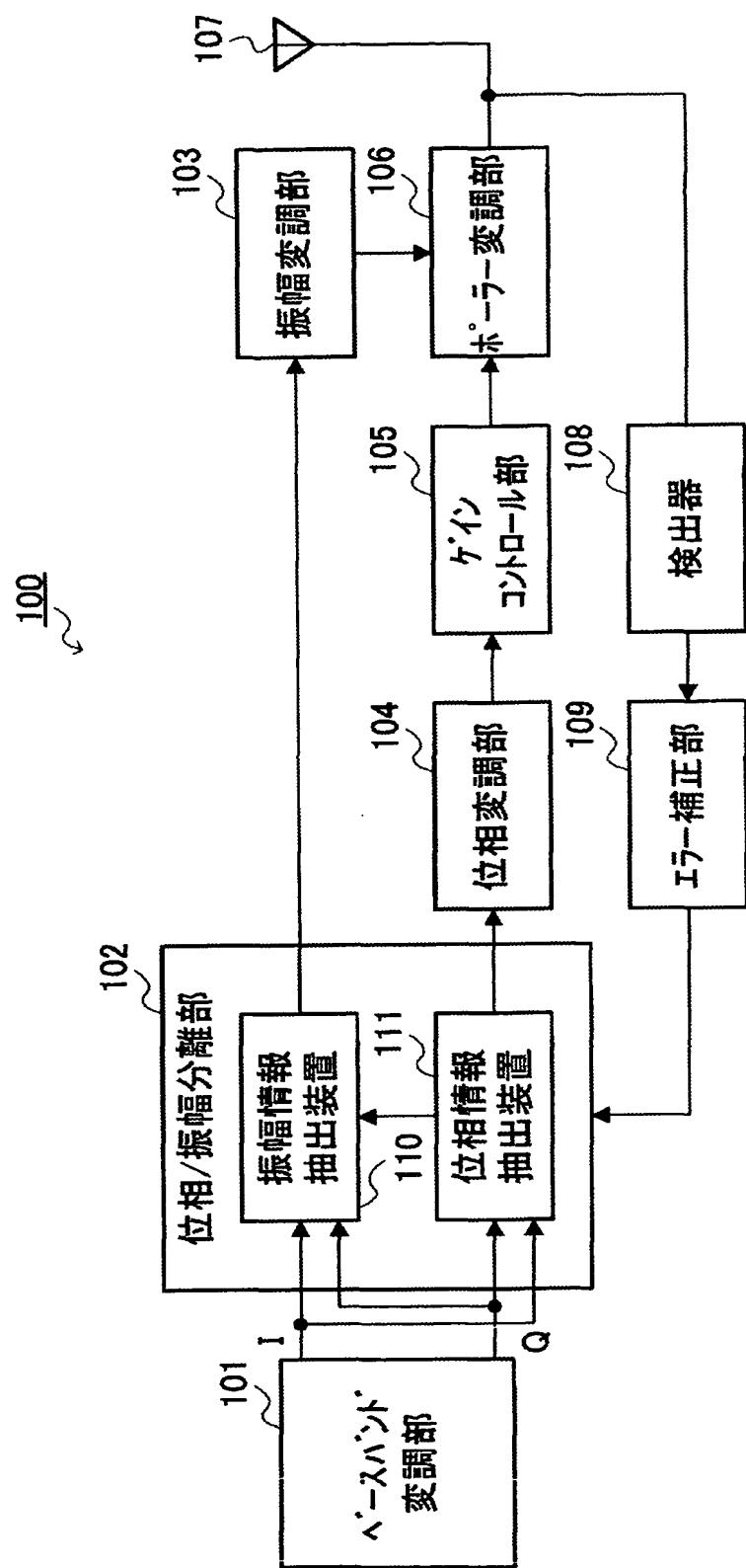
[図4]



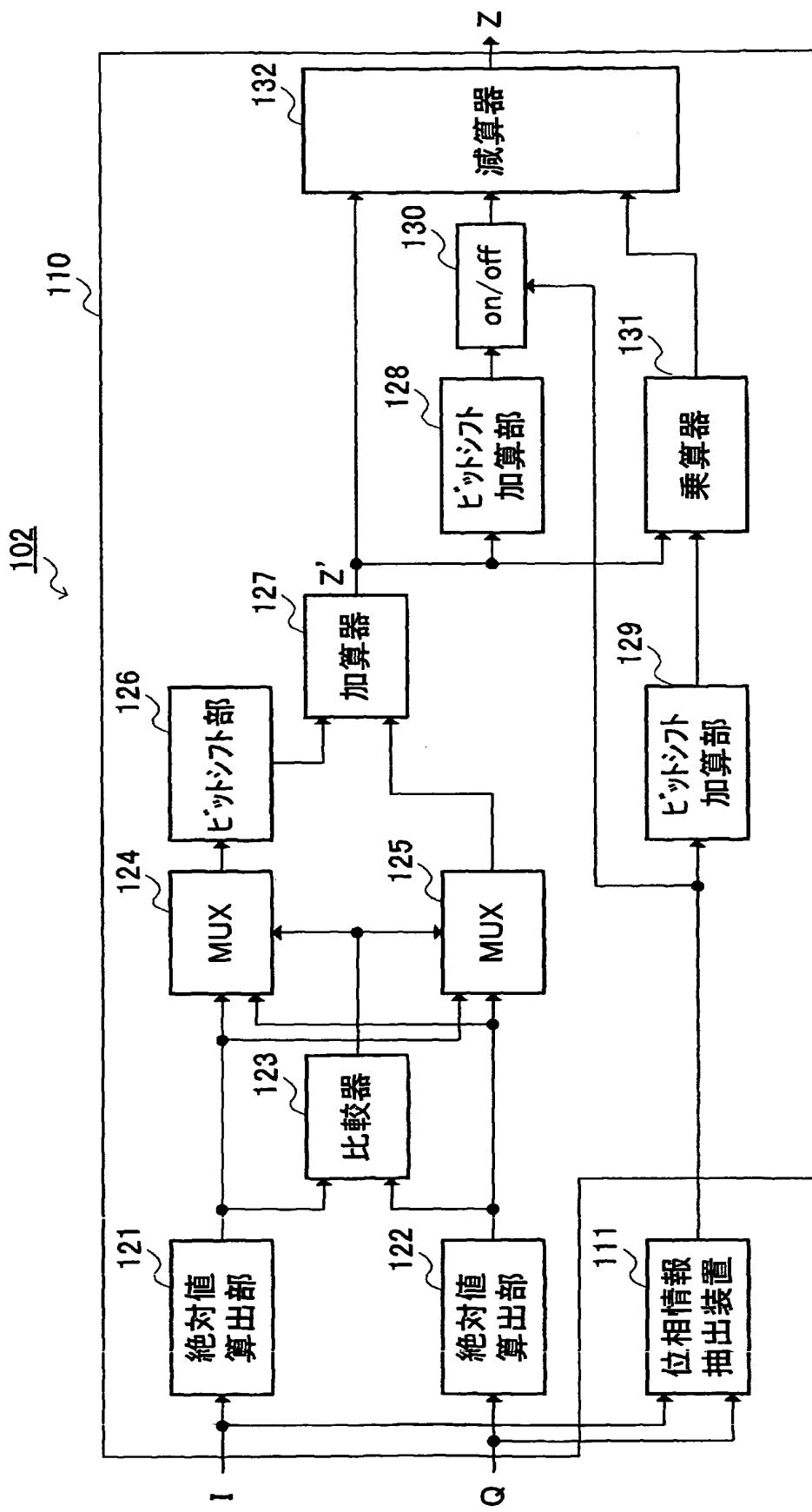
[図5]



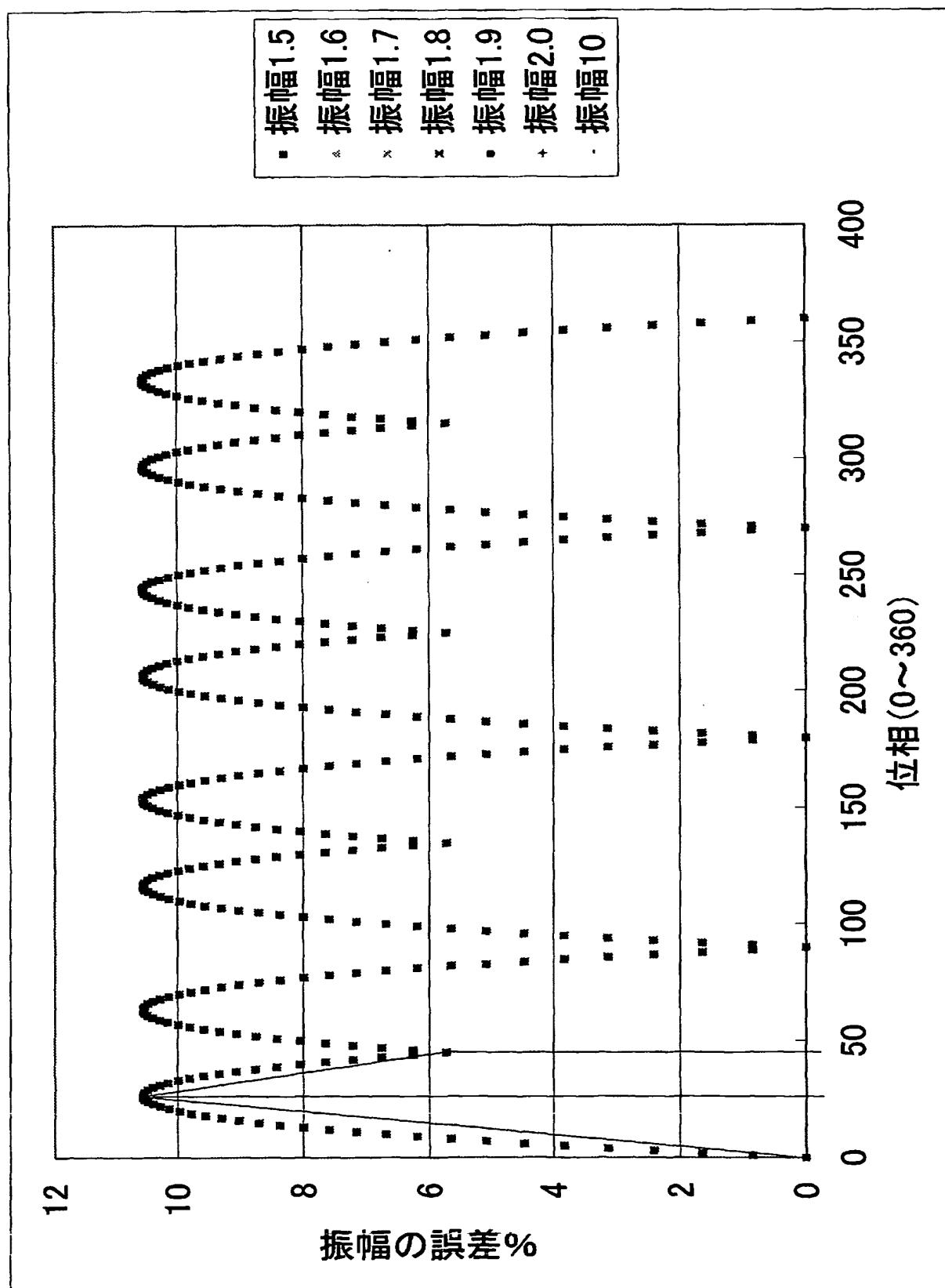
[図6]



[図7]

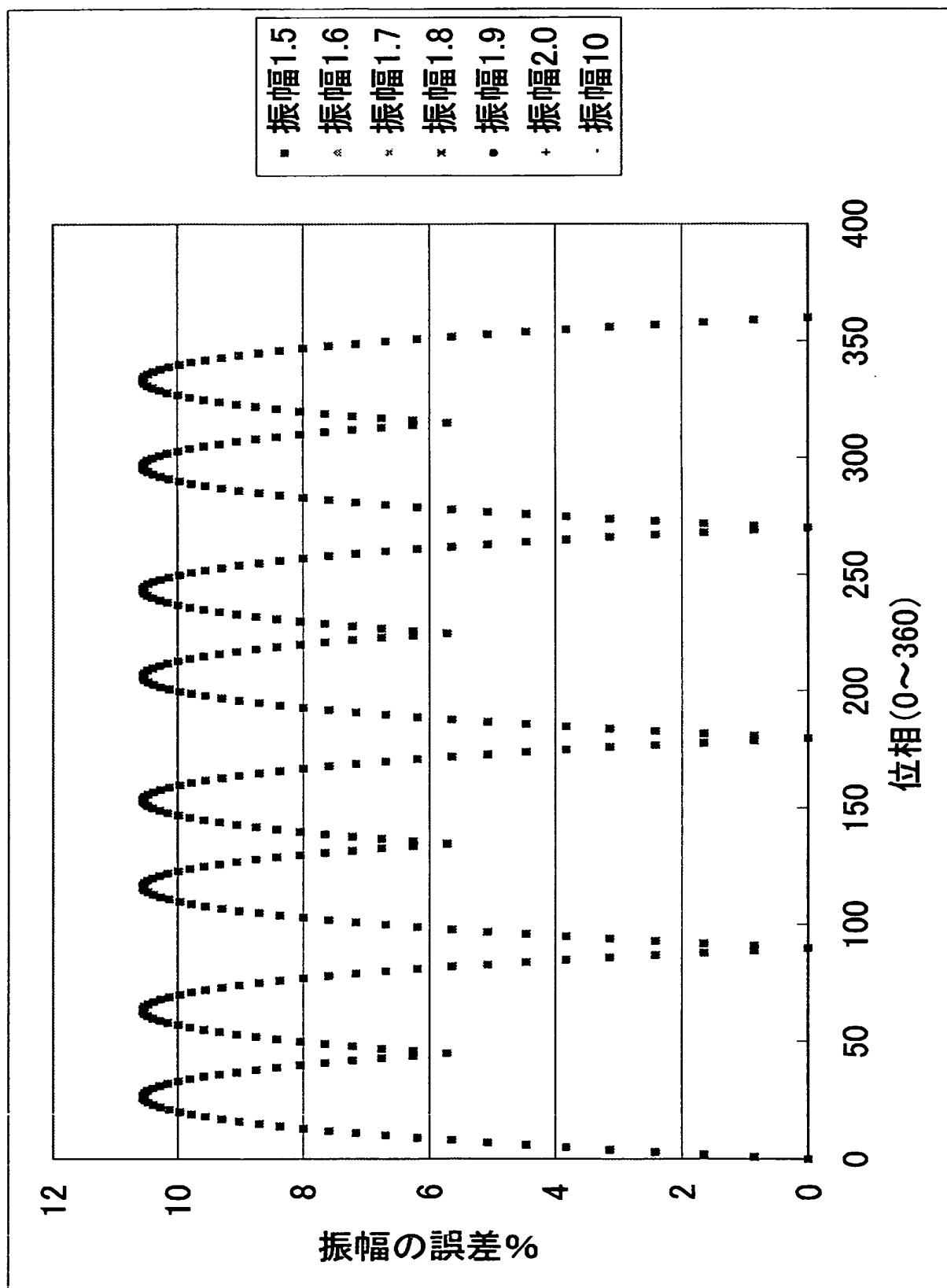


[図8]



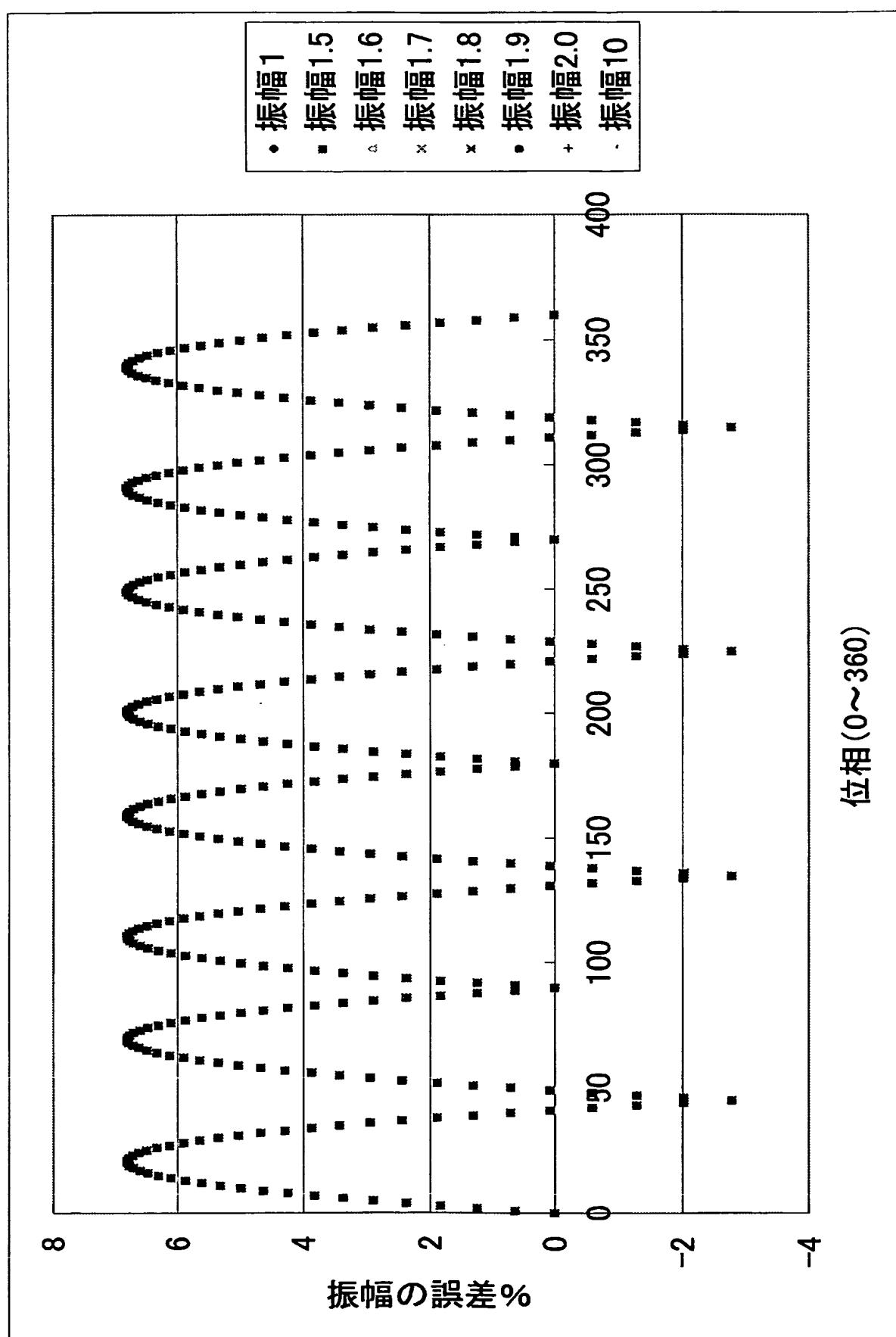
9/16

[図9]

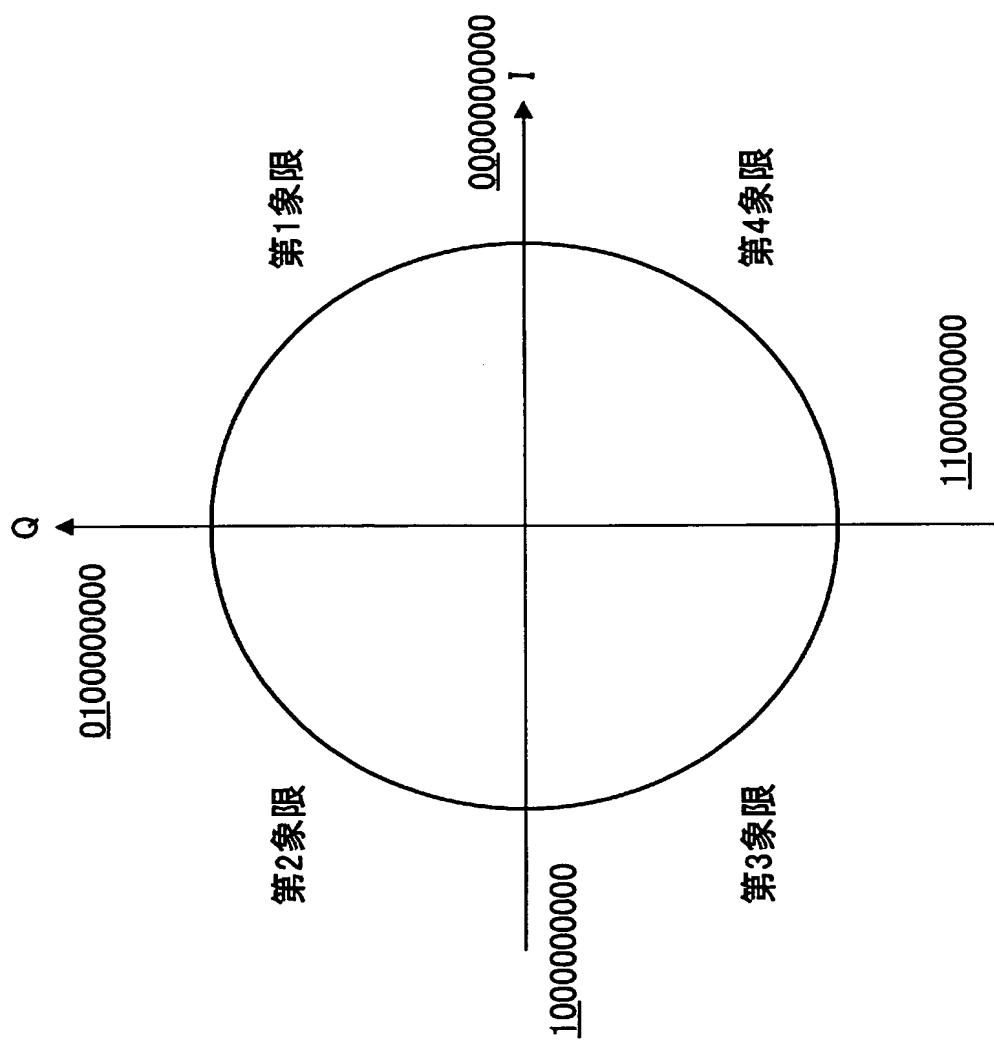


10/16

[図10]

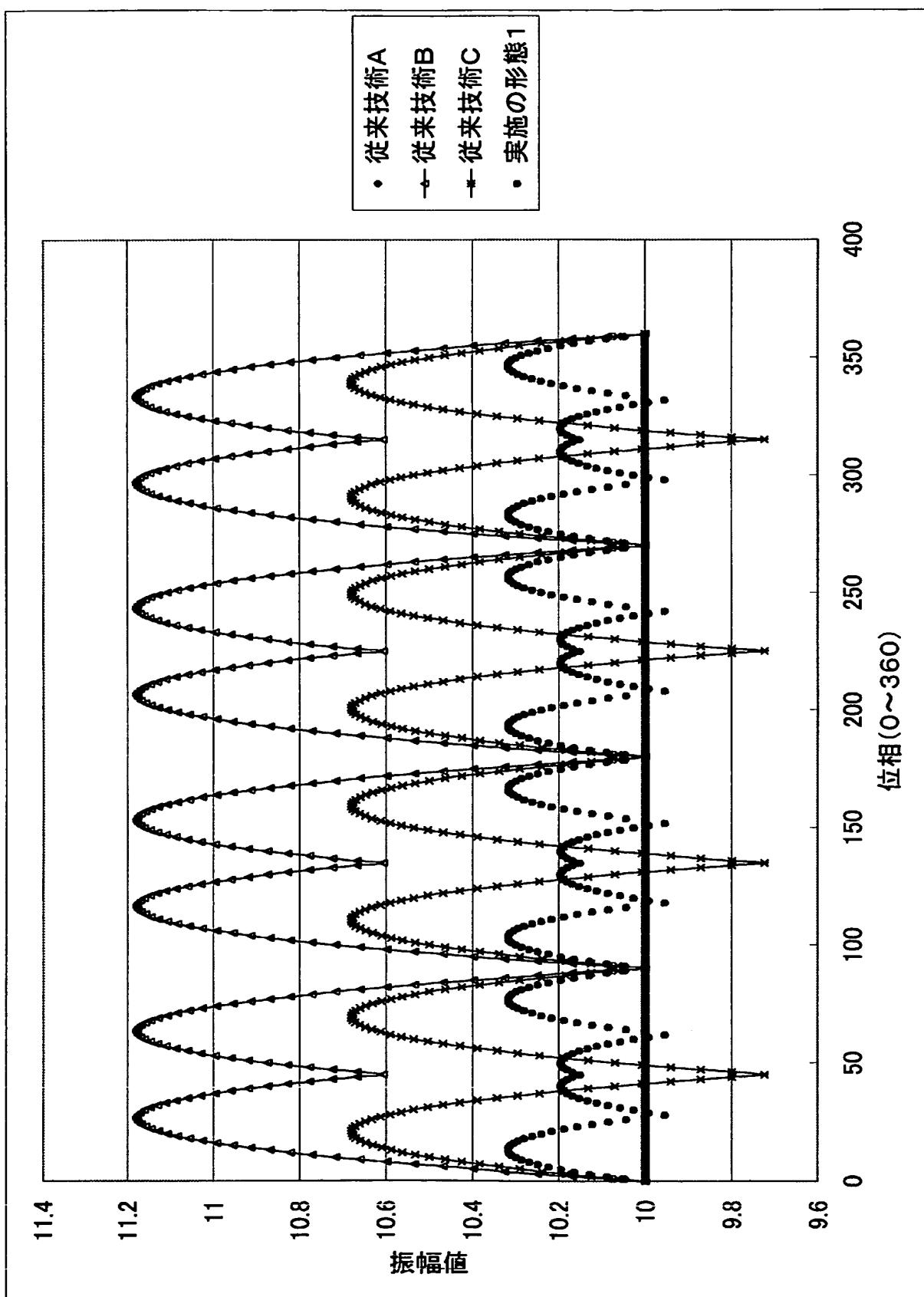


[図11]

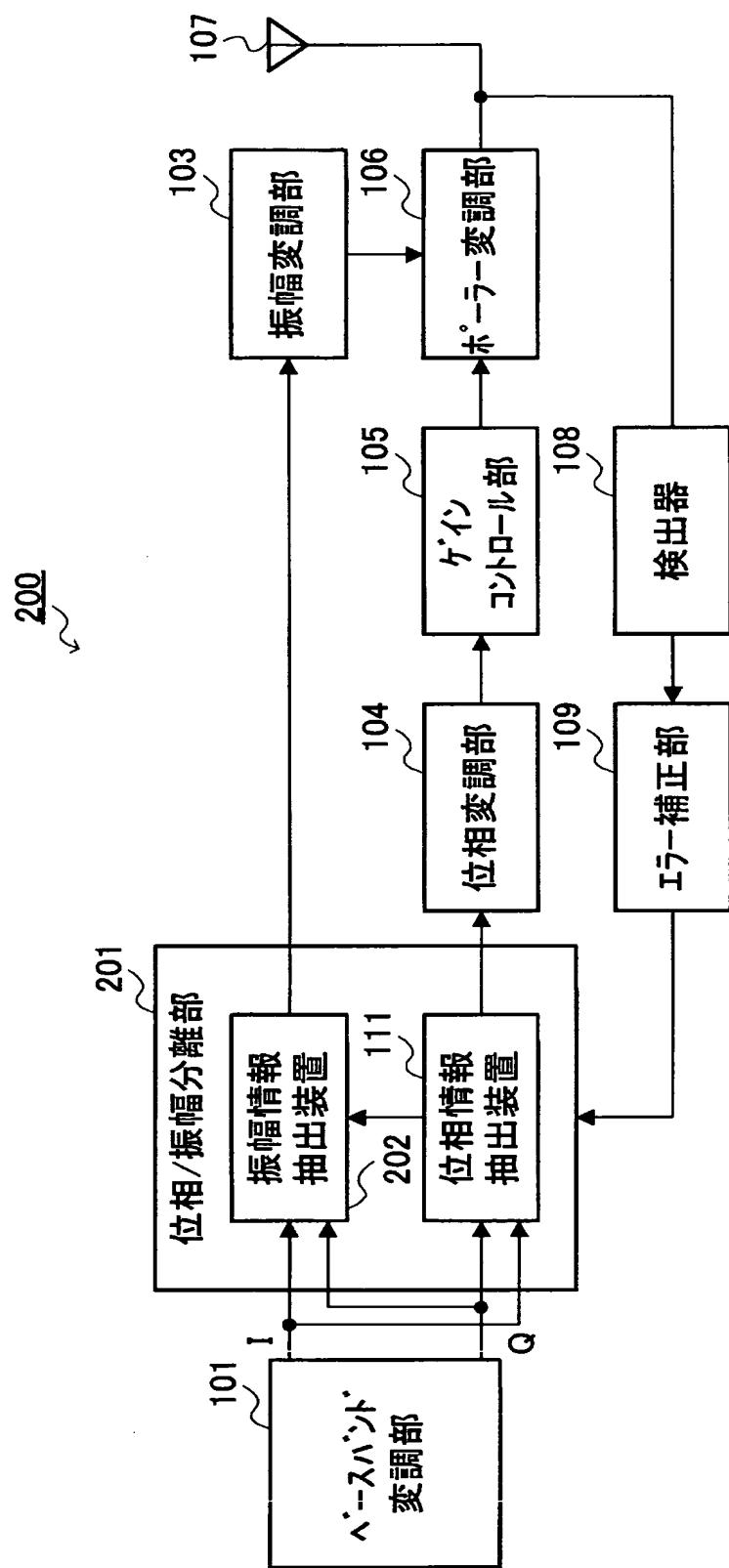


12/16

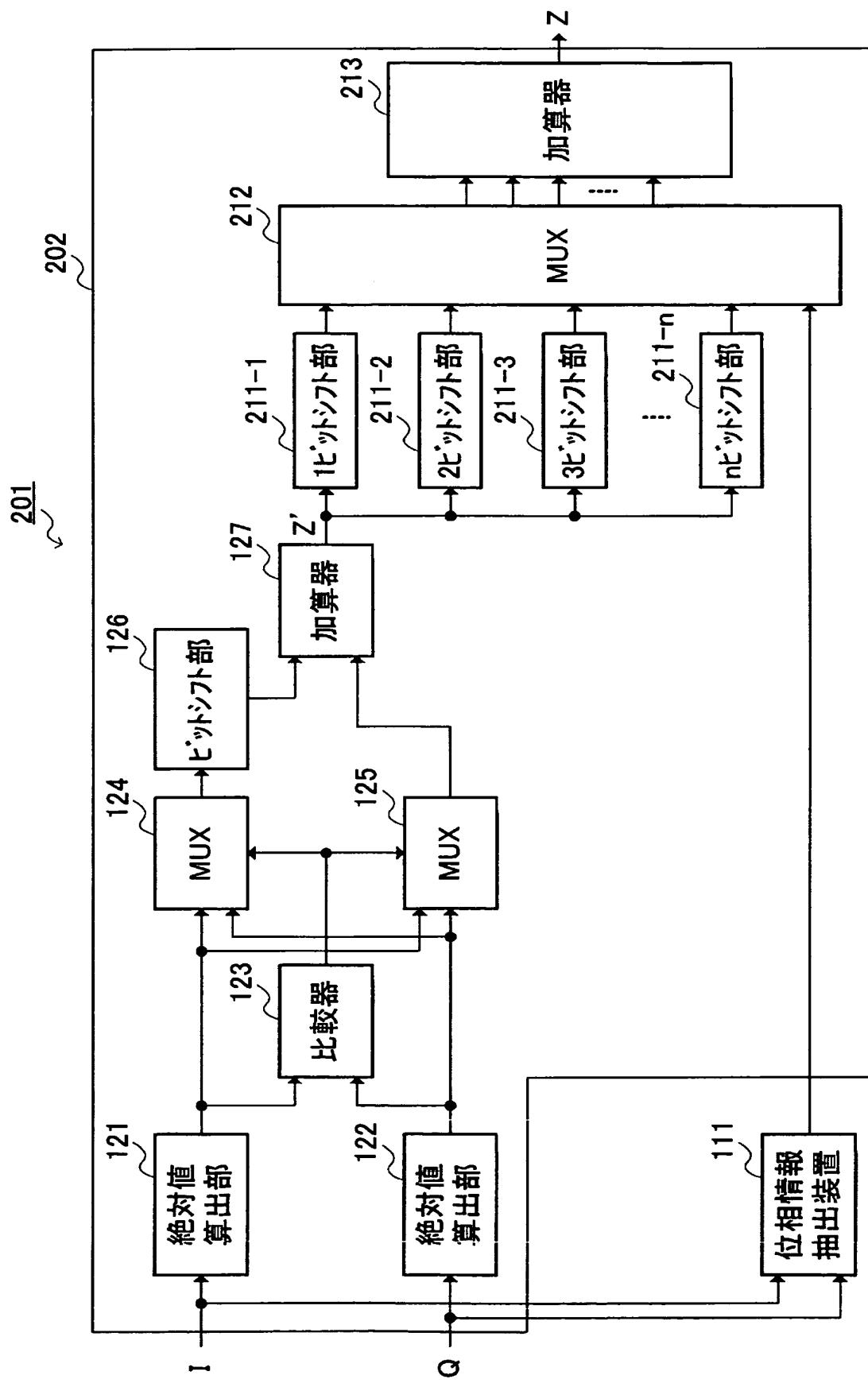
[図12]



[図13]



[図14]



[図15]

| 位相 | 誤差率( $Z = \text{誤差率} \times Z'$ ) | ビットシフト加算値     |
|----|-----------------------------------|---------------|
| 0  |                                   | 1 0           |
| 1  | 0.9921875                         | 1+2+3+4+5+6+7 |
| 2  | 0.984375                          | 1+2+3+4+5+6   |
| 3  | 0.9765625                         | 1+2+3+4+5+7   |
| 4  | 0.96875                           | 1+2+3+4+5     |
| 5  | 0.9609375                         | 1+2+3+4+6+7   |
| 6  | 0.95703125                        | 1+2+3+4+6+8   |
| 7  | 0.94921875                        | 1+2+3+4+7+8   |
| 8  | 0.94140625                        | 1+2+3+4+8     |
| 9  | 0.9375                            | 1+2+3+4       |
| 10 | 0.93359375                        | 1+2+3+4-8     |
| 11 | 0.9296875                         | 1+2+3+4-7     |
| 12 | 0.921875                          | 1+2+3+4-6     |
| 13 | 0.91796875                        | 1+2+3+5+7+8   |
| 14 | 0.91796875                        | 1+2+3+5+7+8   |
| 15 | 0.9140625                         | 1+2+3+5+7     |
| 16 | 0.91015625                        | 1+2+3+5+8     |
| 17 | 0.90625                           | 1+2+3+5       |
| 18 | 0.90625                           | 1+2+3+5       |
| 19 | 0.90234375                        | 1+2+3+6+7+8   |
| 20 | 0.8984375                         | 1+2+3+6+7     |
| 21 | 0.8984375                         | 1+2+3+6+7     |
| 22 | 0.8984375                         | 1+2+3+6+7     |
| 23 | 0.89453125                        | 1+2+3+6+8     |
| 24 | 0.89453125                        | 1+2+3+6+8     |
| 25 | 0.89453125                        | 1+2+3+6+8     |
| 26 | 0.89453125                        | 1+2+3+6+8     |
| 27 | 0.89453125                        | 1+2+3+6+8     |
| 28 | 0.89453125                        | 1+2+3+6+8     |
| 29 | 0.89453125                        | 1+2+3+6+8     |
| 30 | 0.89453125                        | 1+2+3+6+8     |
| 31 | 0.8984375                         | 1+2+3+6+7     |
| 32 | 0.8984375                         | 1+2+3+6+7     |
| 33 | 0.8984375                         | 1+2+3+6+7     |
| 34 | 0.90234375                        | 1+2+3+6+7+8   |
| 35 | 0.90625                           | 1+2+3+5       |
| 36 | 0.90625                           | 1+2+3+5       |
| 37 | 0.91015625                        | 1+2+3+5+8     |
| 38 | 0.9140625                         | 1+2+3+5+7     |
| 39 | 0.91796875                        | 1+2+3+5+7+8   |
| 40 | 0.91796875                        | 1+2+3+5+7+8   |
| 41 | 0.921875                          | 1+2+3+4-6     |
| 42 | 0.9296875                         | 1+2+3+4-7     |
| 43 | 0.93359375                        | 1+2+3+4-8     |
| 44 | 0.9375                            | 1+2+3+4       |
| 45 | 0.94140625                        | 1+2+3+4+8     |

T

[図16]

